

„Wie kann die Wärmewende in Verbindung mit den Ausbauzielen des EEG gelingen?“

**Impulsvortrag für das
7. Nordhessische Energiegespräch**

Kassel, den 17. August 2017

Prof. Dr. Uwe Leprich

Agenda

- 1. Energiewende - Zur Transformation des Energiesystems: Ziele und Stand 2017**
- 2. Zur Bedeutung des Wärmesektors im Rahmen der Energiewende**
- 3. Grundpfeiler der Wärmewende**
 - a) Zur Abwägung zwischen Sanierung und Wärme aus Erneuerbaren Energien**
 - b) Größere Übereinstimmungen in der Wissenschaft**
 - c) Kritische Einschätzungen: Schlaglichter**
- 4. Wärmewende und die „neue“ Sektorkopplung**
- 5. Ausblick**



1. Energiewende - Zur Transformation des Energiesystems: Ziele und Stand 2017

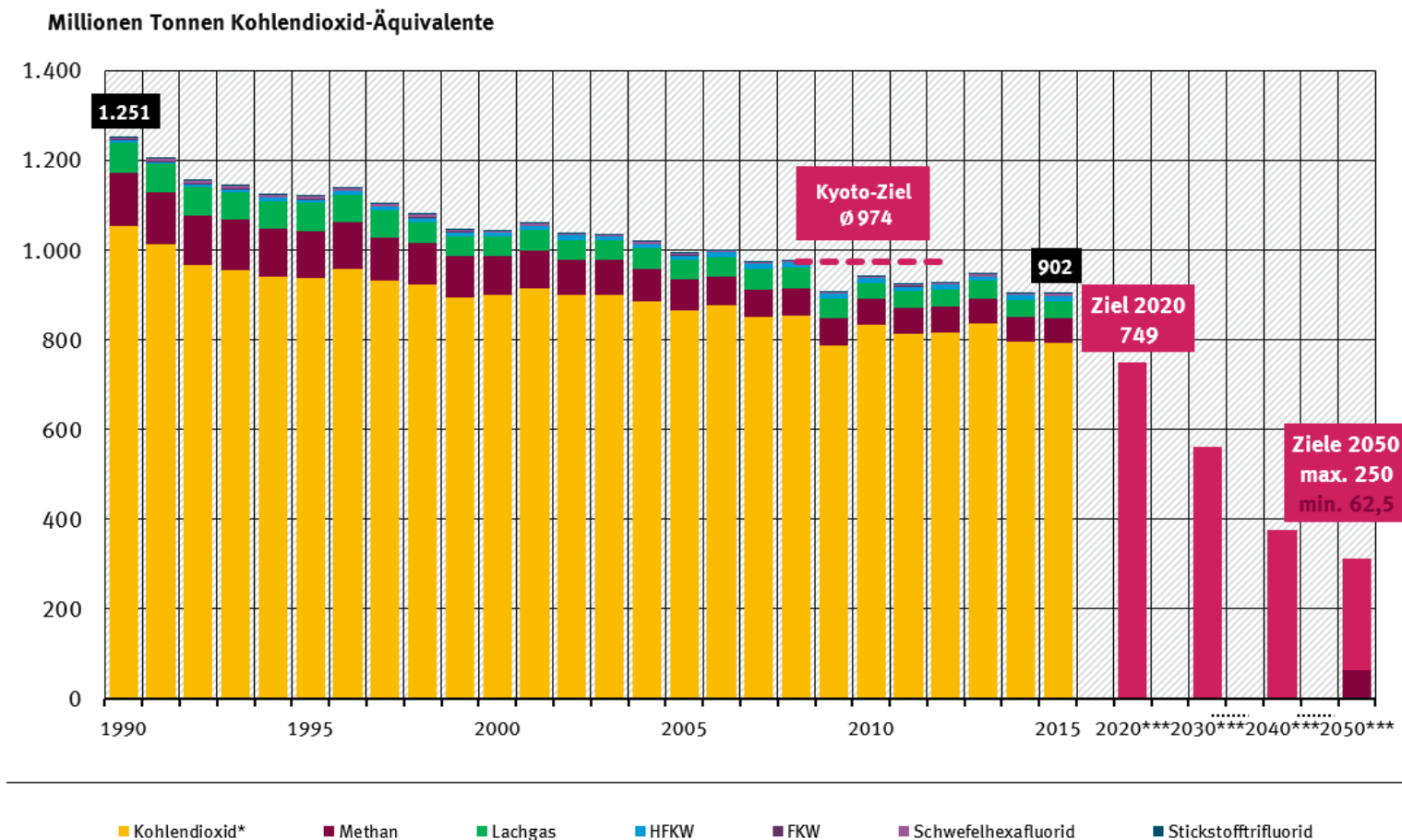
Die Zielmatrix der Bundesregierung

	2015	2020	2030	2040	2050
TREIBHAUSGASEMISSIONEN					
Treibhausgasemissionen (ggü. 1990)	-27,2 %*	mind. -40 %	mind. -55 %	mind. -70 %	-80 bis -95 %
ERNEUERBARE ENERGIEN					
Anteil am Bruttoendenergieverbrauch	14,9 %	18 %	30%	45%	60%
Anteil am Bruttostromverbrauch	31,6 %	mind. 35 %	mind. 50 % EEG 2025: 40 bis 45%	mind. 65 % EEG 2035: 55 bis 60 %	mind. 80 %
Anteil am Wärmeverbrauch	13,2 %	14 %			
Anteil im Verkehrsbereich	5,2 %	10 %**			
EFFIZIENZ UND VERBRAUCH					
Primärenergieverbrauch (ggü. 2008)	-7,6 %	-20 %	-50 %		
Endenergieproduktivität (2008-2050)	1,3 % pro Jahr (08-15)	2,1% pro Jahr (2008-2050)			
Bruttostromverbrauch (ggü. 2008)	-4,0 %	-10 %	≥25 %		
Primärenergiebedarf Gebäude (ggü. 2008)	-15,9 %	≥80 %			
Wärmebedarf Gebäude (ggü. 2008)	-11,1 %	-20 %			
Endenergieverbrauch Verkehr (ggü. 2005)	1,3 %	-10 %	≥40 %		

Quelle: Eigene Darstellung Bundesministerium für Wirtschaft und Energie 12/2016. * Vorläufiger Wert für 2015. **EU-Ziel.

Entwicklung der Treibhausgase in Deutschland seit 1990

Treibhausgas-Emissionen in Deutschland seit 1990 nach Gasen



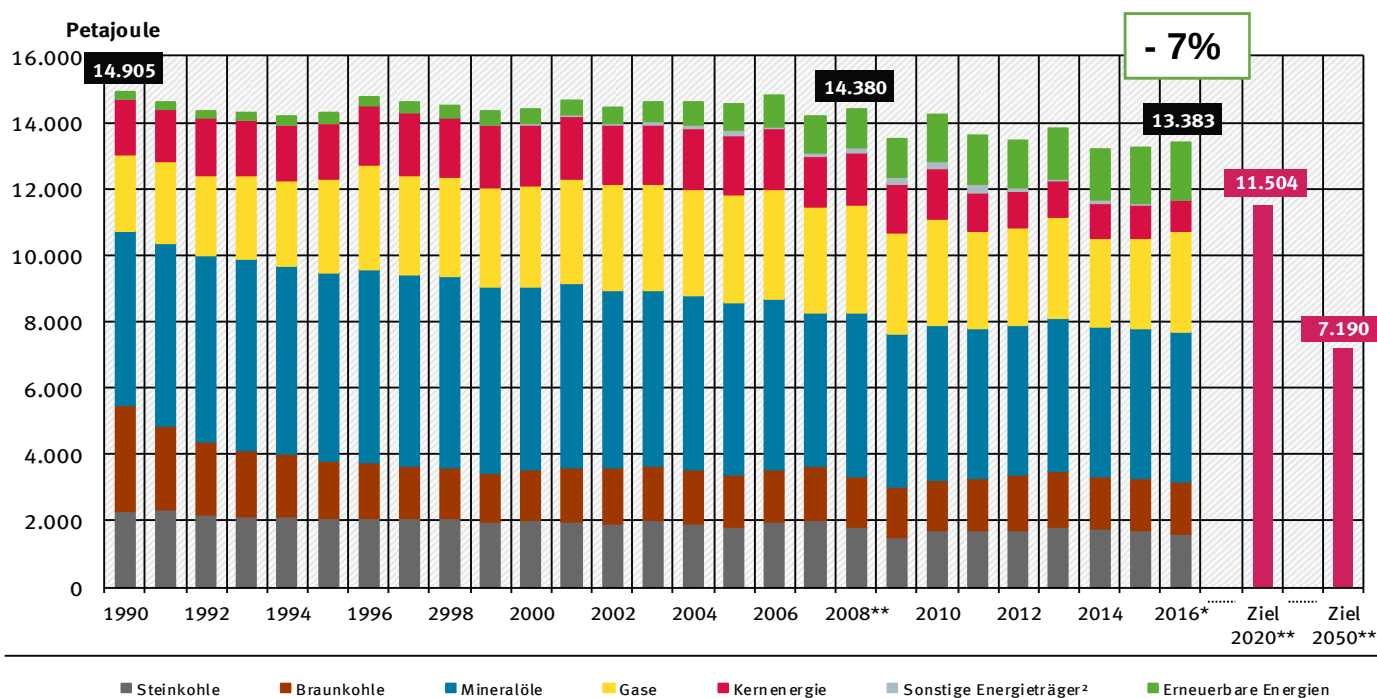
Emissionen ohne Landnutzung, Landnutzungsänderung & Forstwirtschaft
 *** Ziele 2020 bis 2050: Energiekonzept der Bundesregierung (2010)

Quelle: Umweltbundesamt: Nationale Treibhausgas-Inventare 1990 bis 2015 (Stand 02/2017)

Quelle: UBA 2017

Primärenergieverbrauch seit 1990

Entwicklung des Primärenergieverbrauchs¹ nach Energieträgern mit politischen Zielen



¹ Berechnungen auf der Basis des Wirkungsgradansatzes

² Grubengas, Nichterneuerbare Abfälle und Abwärme sowie der Stromaustauschsaldo

* vorläufige Angaben

** Ziele des Energiekonzeptes und der Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung

Quelle bis 2014: Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (AGEB), Auswertungstabellen zur Energiebilanz für die Bundesrepublik Deutschland 1990 bis 2015, Stand 07/2016;

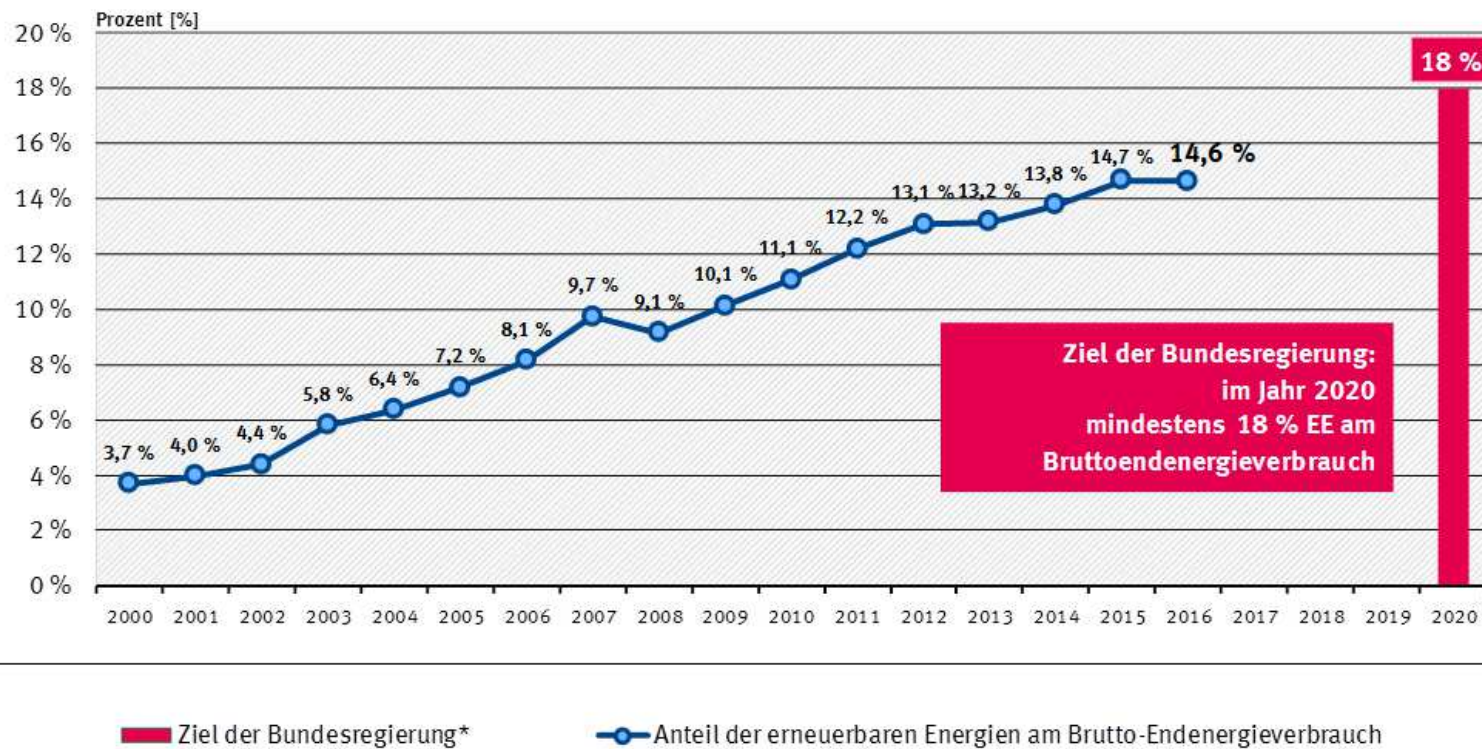
Quelle ab 2015: AGEB, Primärenergieverbrauch in der Bundesrepublik Deutschland 2015/2016, Stand 03/2017

Quelle: UBA 2017

Anteil der Erneuerbaren Energien am Bruttoendenergieverbrauch

Anteil erneuerbarer Energien am Brutto-Endenergieverbrauch

Vergleich der Entwicklung der erneuerbaren Energien mit dem Ziel der Bundesregierung*

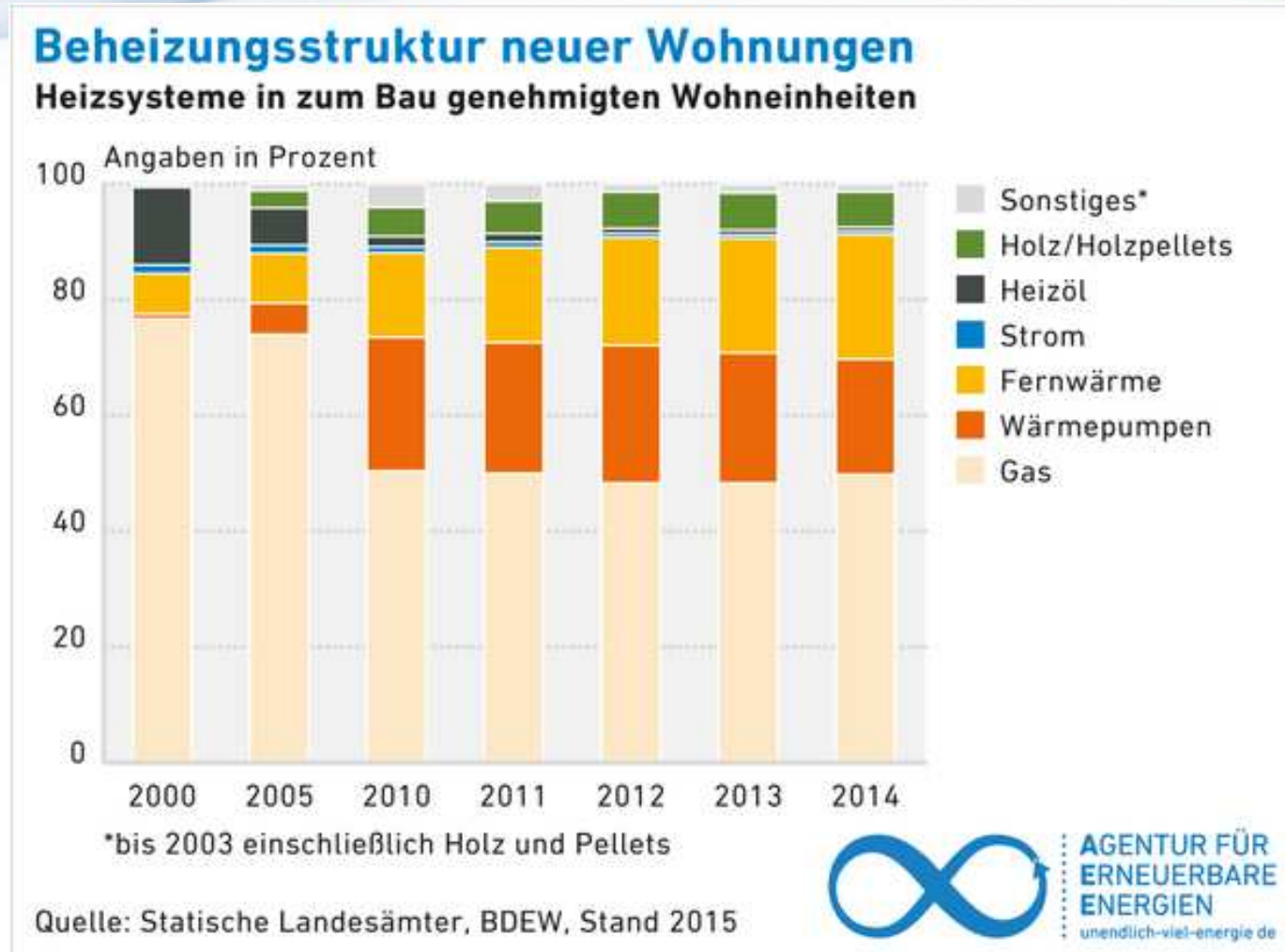


* Die Bundesregierung hat im Rahmen ihres Energiekonzeptes Zielwerte für die Jahre 2020, 2030, 2040 und 2050 festgelegt. Hier werden nur der Zielwert des Jahres 2020 abgebildet. Die Zielwerte für 2030, 2040 und 2050 betragen 30%, 45% und 60%.

Quelle: Umweltbundesamt (UBA) auf Basis AGEE-Stat
Stand 08/2017

Quelle: UBA 2017

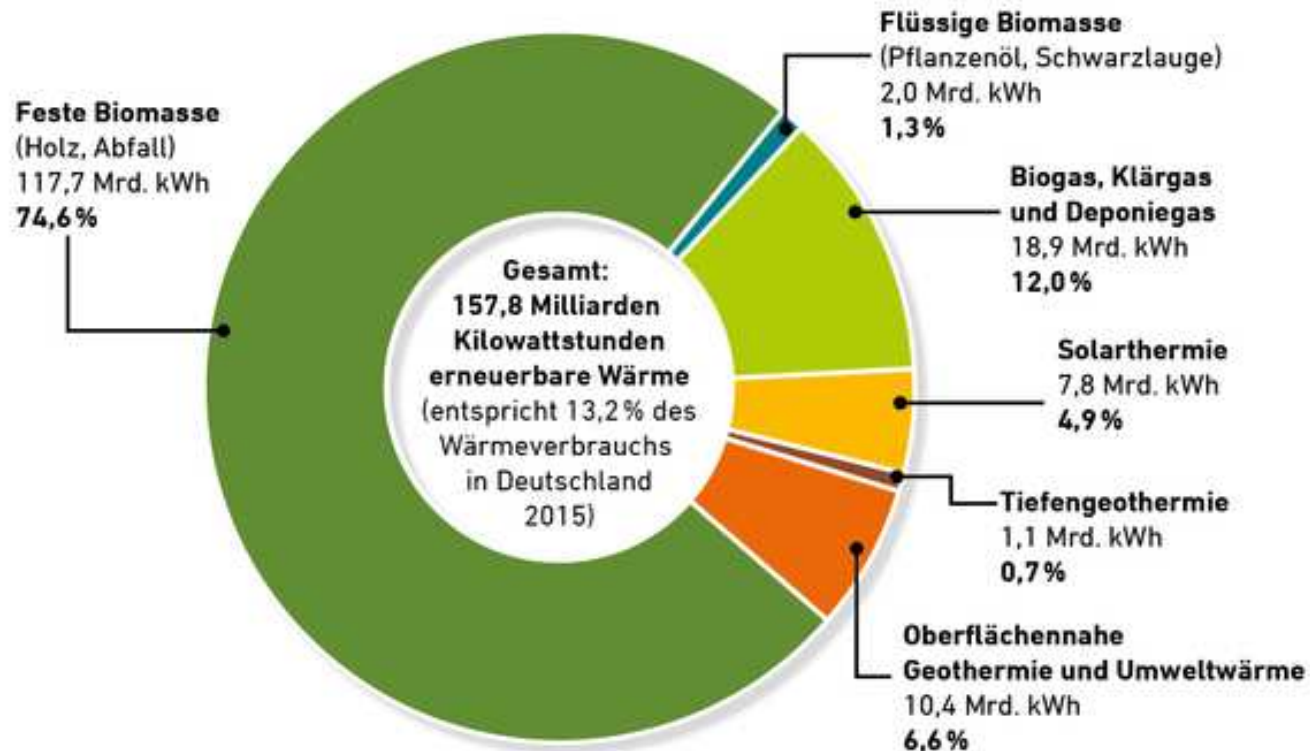
Aktuelle Beheizungsstruktur bei Neubauten



Wärme aus Erneuerbaren Energien

Wärme aus Erneuerbaren Energien 2015

Bioenergie ist wichtigste Quelle erneuerbarer Wärme, die insgesamt rund 12 Prozent des deutschen Wärmeverbrauchs deckte.

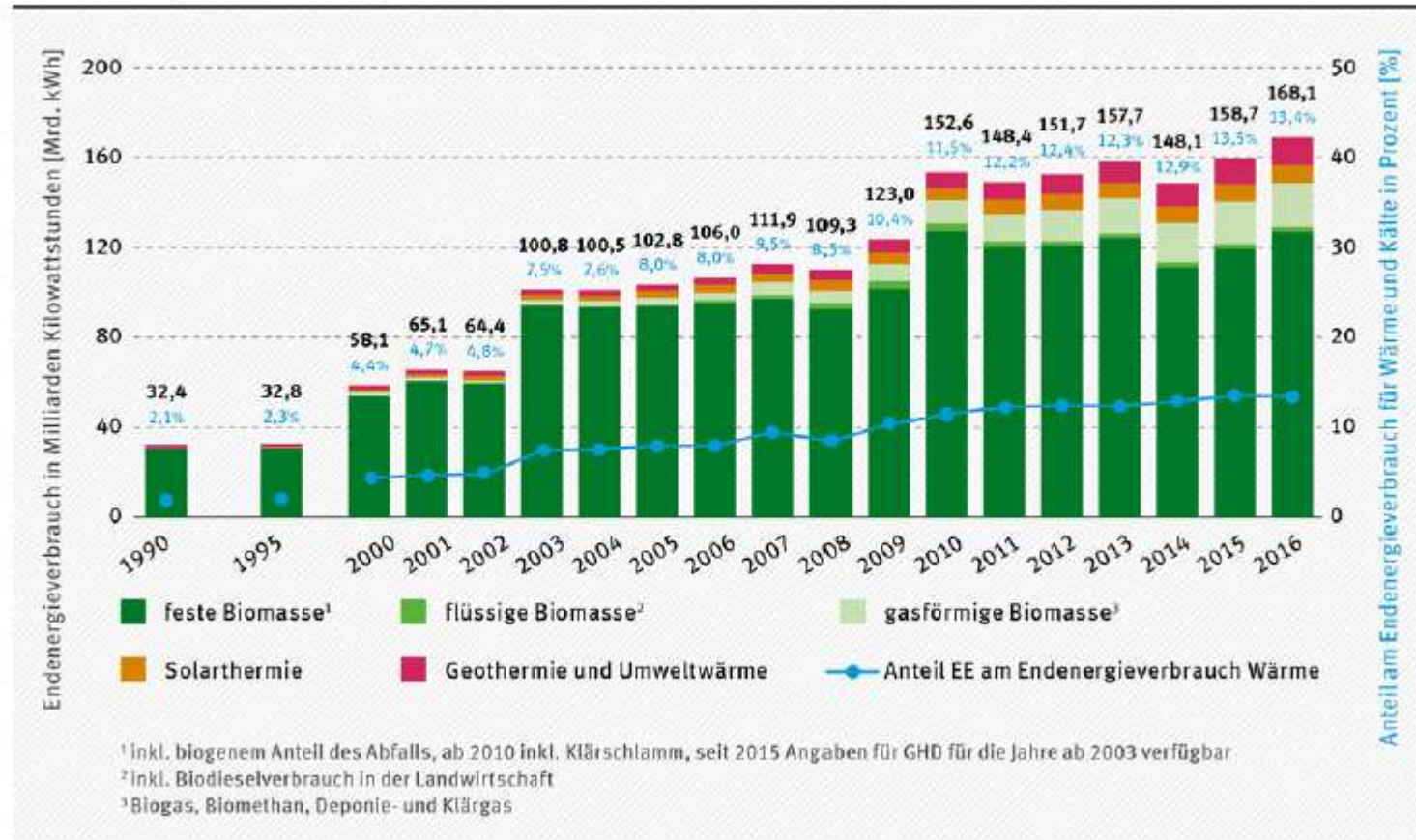


Quelle: BMWi, AGEE-Stat
Stand: 8/2016

© 2016 Agentur für Erneuerbare Energien e.V.

Wärme aus erneuerbaren Energien

Entwicklung des Endenergieverbrauchs für Wärme aus erneuerbaren Energien



Quelle: Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat)

Quelle: UBA 2017

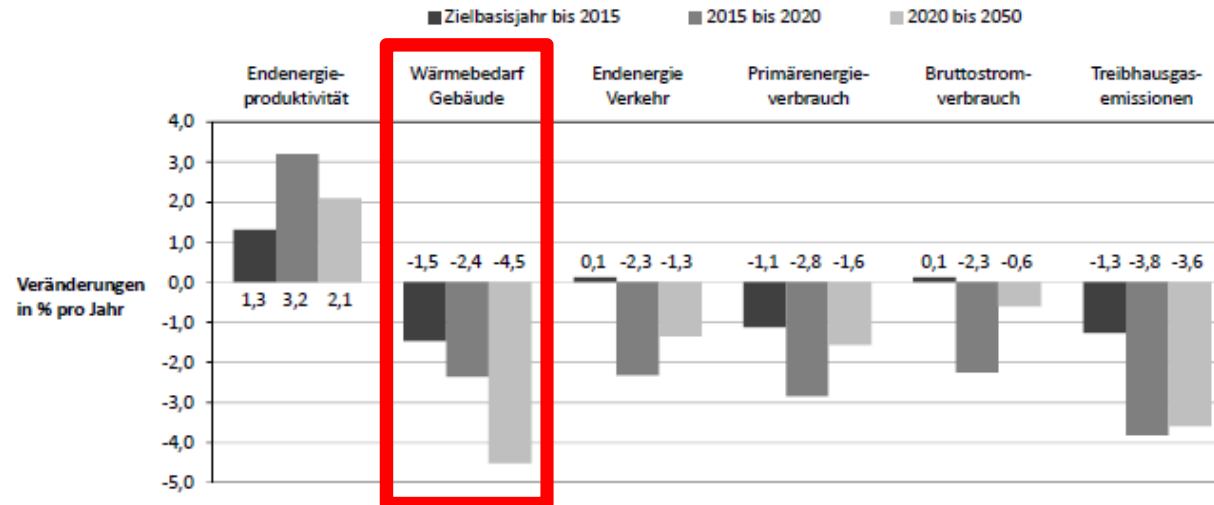
Gebäudeziele und Stand 2016

Ziel	Stand 2015/2016
Senkung des Wärmebedarfs von Gebäuden um 20 % bis 2020 gegenüber 2008	Der Wärmebedarf von Gebäuden hat sich von 2008 bis 2015 um rund 11 Prozent verringert (BMWi 2016). Um das 2020-Ziel zu erreichen, müsste der Wärmeenergieverbrauch stärker und schneller sinken.
Reduktion des Primärenergiebedarfs von Gebäuden um 80 % bis 2050 gegenüber 2008	Der Primärenergiebedarf von Gebäuden ist von 2008 bis 2015 um 15,9 % gesunken (BMWi 2016).
14 % Anteil Erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch für Wärme und Kälte bis 2020	Im Jahr 2016 hatten die Erneuerbaren Energien einen Anteil von 13,4 % am Endenergieverbrauch von Wärme und Kälte (BMWi/ AGEE-Stat 2017). Das Erreichen des 14 % -Ziels bis 2020 gilt als wahrscheinlich, für die Zeit danach seien jedoch höhere Ziele erforderlich (Expertenkommission 2016).
Verdopplung der Gebäudesanierungsrate auf zwei Prozent pro Jahr	Die Sanierungsrate wird im aktuellen Monitoring-Bericht zur Energiewende nicht erwähnt. Sie wird nicht regelmäßig ermittelt. Untersuchungen zeigen jedoch, dass sich bislang keine Steigerung der Sanierungsrate abzeichnet (dena 2017).

Quelle: AEE 2017

Expertenkommission 2016 zur Energiewende

Abbildung 1: Einschätzung der Expertenkommission zur Zielerfüllung

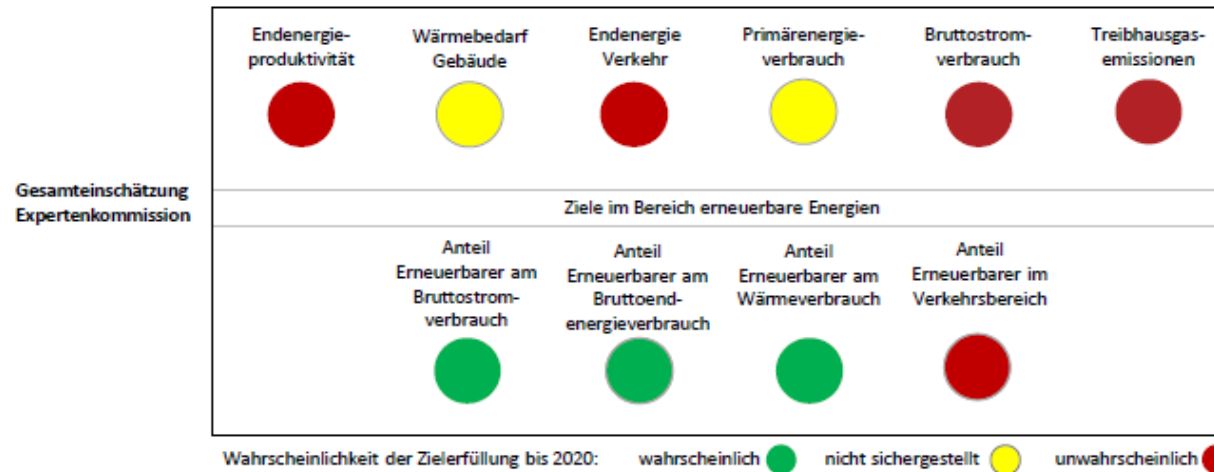


Expertenkommission zum Monitoring-Prozess „Energie der Zukunft“

Stellungnahme zum
fünften Monitoring-Bericht
der Bundesregierung für
das Berichtsjahr 2015

Berlin · Münster · Stuttgart, Dezember 2016

- Prof. Dr. Andreas Löschel (Vorsitzender)
- Prof. Dr. Georg Erdmann
- Prof. Dr. Frithjof Staß
- Dr. Hans-Joachim Ziesing



ENERGIE DER ZUKUNFT
Kommission zum Monitoring-Prozess
Prof. Dr. Andreas Löschel
(Vorsitzender)
Prof. Dr. Georg Erdmann
Prof. Dr. Frithjof Staß
Dr. Hans-Joachim Ziesing

Die Energiewende-Agenda aus Sicht des BMWi

Zentrale Vorhaben Energiewende



Quelle: BMWi 2017

Zwischenfazit Ziele und Stand 2017

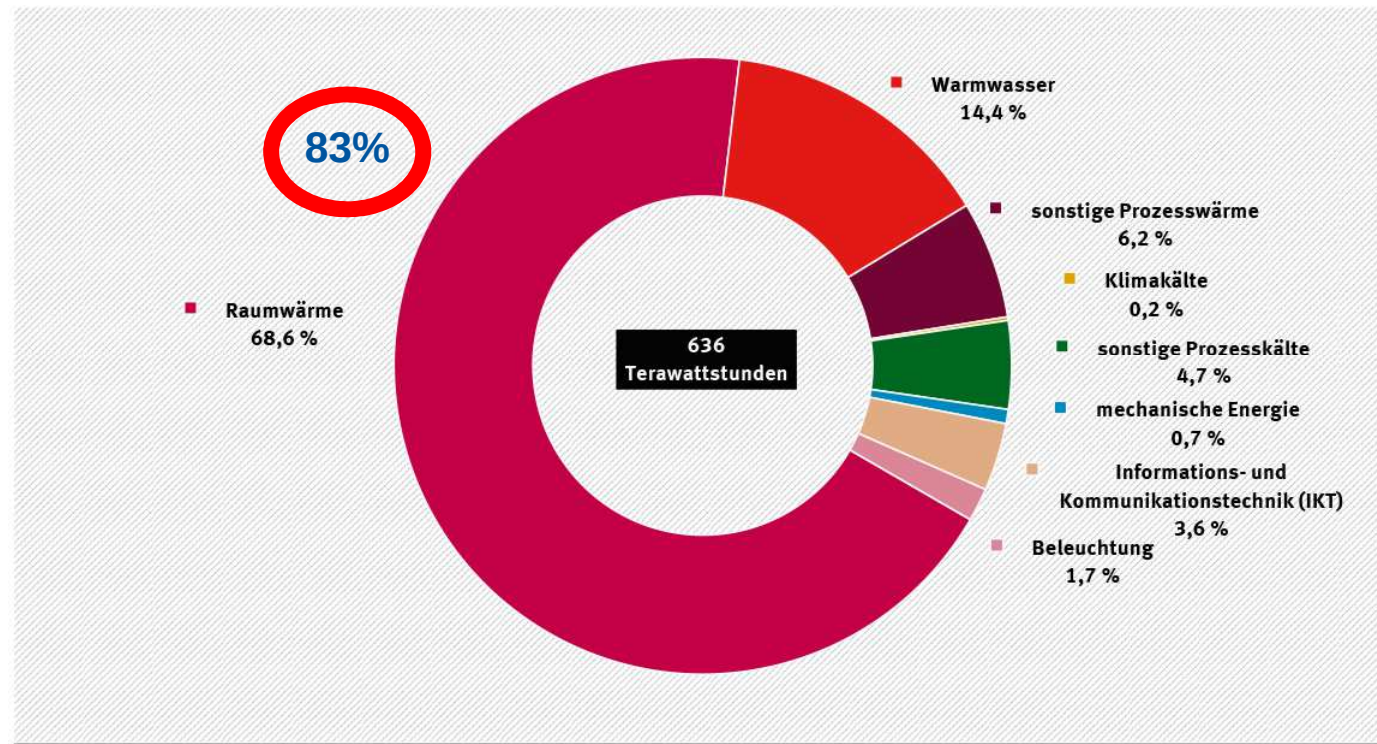
- ▶ Aktuell droht die Verfehlung der meisten 2020-Ziele.
- ▶ Für den Gebäudebereich ist das Anteilsziel für Erneuerbare Energien nahezu erreicht.
- ▶ Von den Effizienz-/Sanierungszielen im Gebäudebestand sind wir aktuell allerdings weit entfernt.
- ▶ Politisch ist die Wärmewende-Agenda in der zurückliegenden Legislaturperiode ins Stocken geraten; im Fokus stand eindeutig die Stromwende.



2. Zur Bedeutung des Wärmesektors im Rahmen der Energiewende

Die Bedeutung des Wärmesektors erschließt sich auf einen Blick

Endenergieverbrauch nach Anwendungsbereichen in privaten Haushalten 2015*



* vorläufige Angaben
Anmerkung: Der Umrechnungsfaktor von Wattstunde (Wh) zu Joule (J) beträgt 3.600, d.h. 1 TWh = 3,6 PJ bzw. 1 PJ = 1/3,6 TWh

Quelle: Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen, Zusammenfassung Anwendungsbilanzen für die Endenergiesektoren 2013 bis 2015; Stand 01/2017

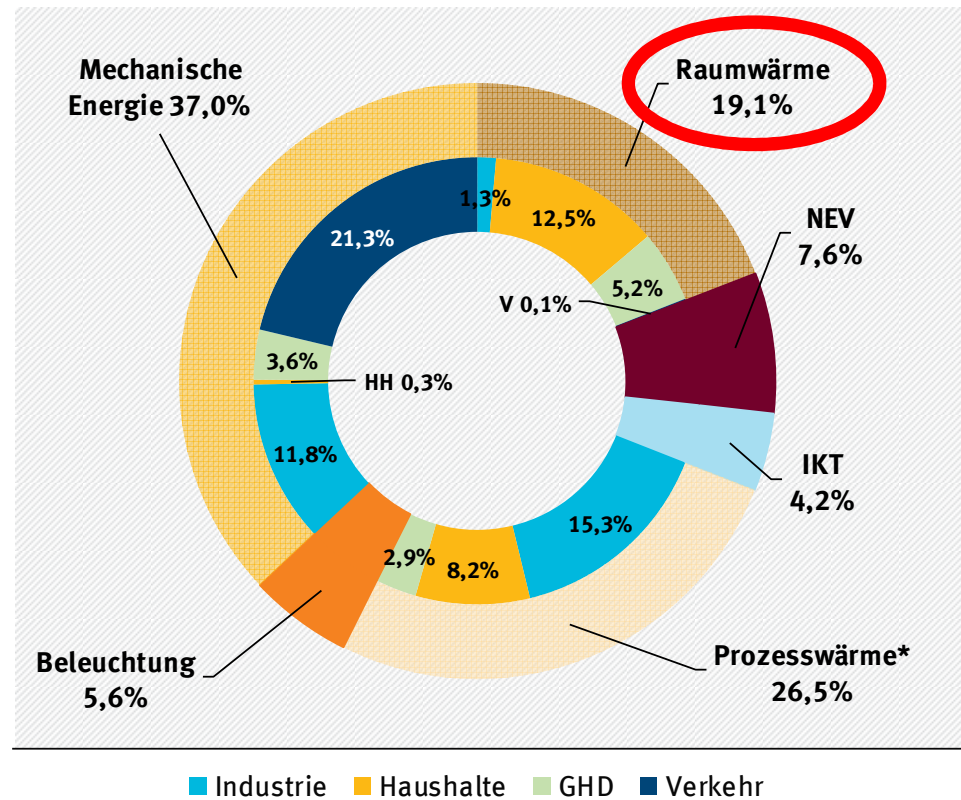
...nicht wirklich!

Quelle: UBA 2016

Primärenergieverbrauch 2015 nach Anwendungen

Verursachergerechte Aufteilung des PEV in Deutschland 2015

PEV 13.258 PJ = 100%

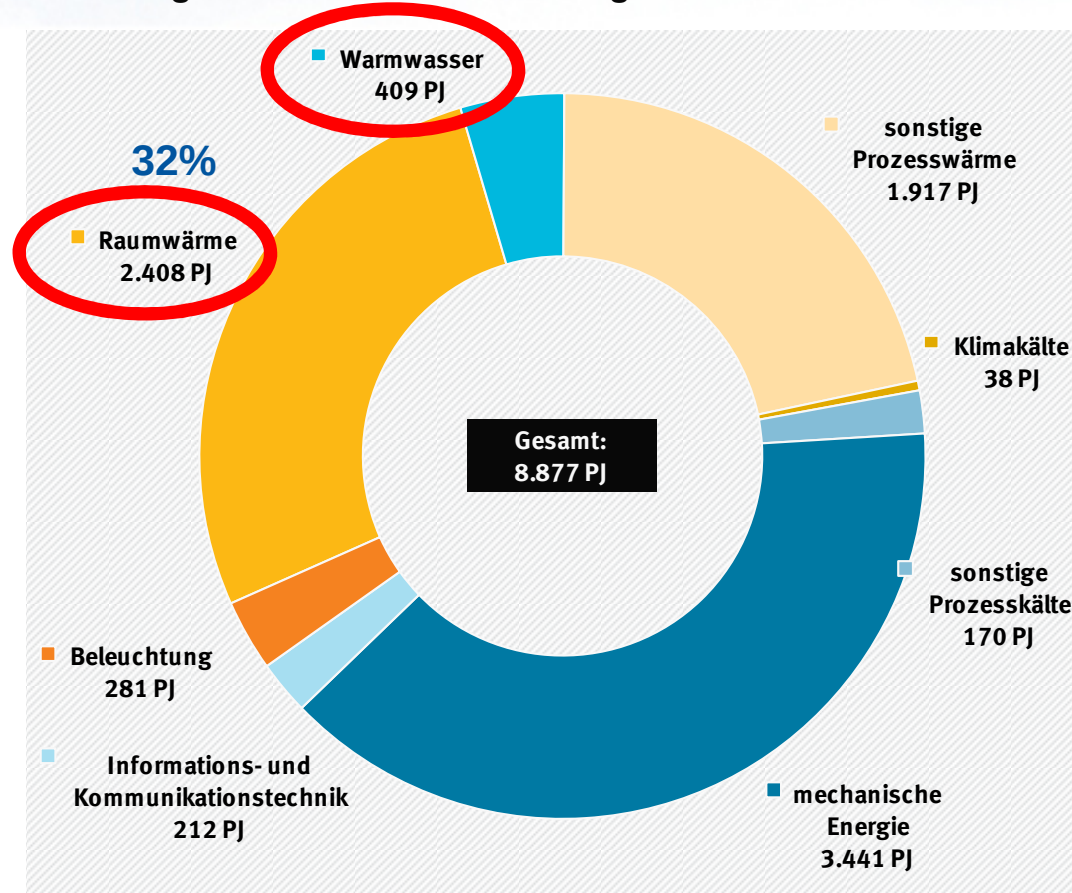


*inkl. Warmwasser, Klimakälte, Prozesskälte
Quelle: Eigene Berechnung basierend auf AGEb, Anwendungsbilanzen; BMWi, Energiedaten, Gesamtausgabe, Stand 01/2017

Quelle: UBA 2017

Endenergieverbrauch 2015 nach Anwendungen

Endenergieverbrauch nach Anwendungsbereichen 2015*



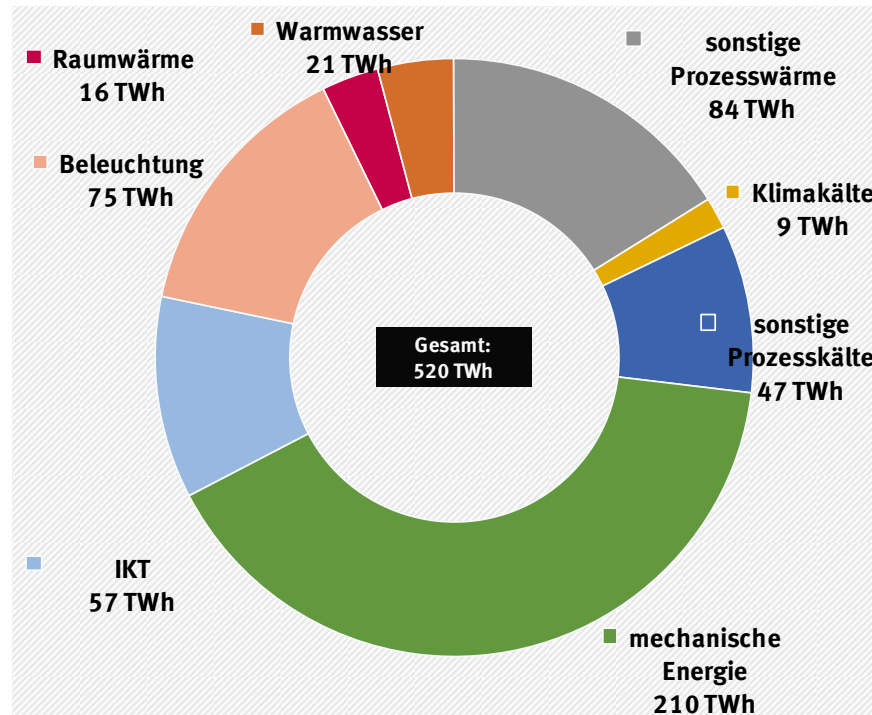
* vorläufige Angaben

Quelle: eigene Darstellung UBA, basierend auf
Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen, Anwendungsbilanzen,
Stand 10/2016

Quelle: UBA 2017

Stromverbrauch nach Anwendungen 2015

Netto-Stromverbrauch nach Anwendungsbereichen 2015*



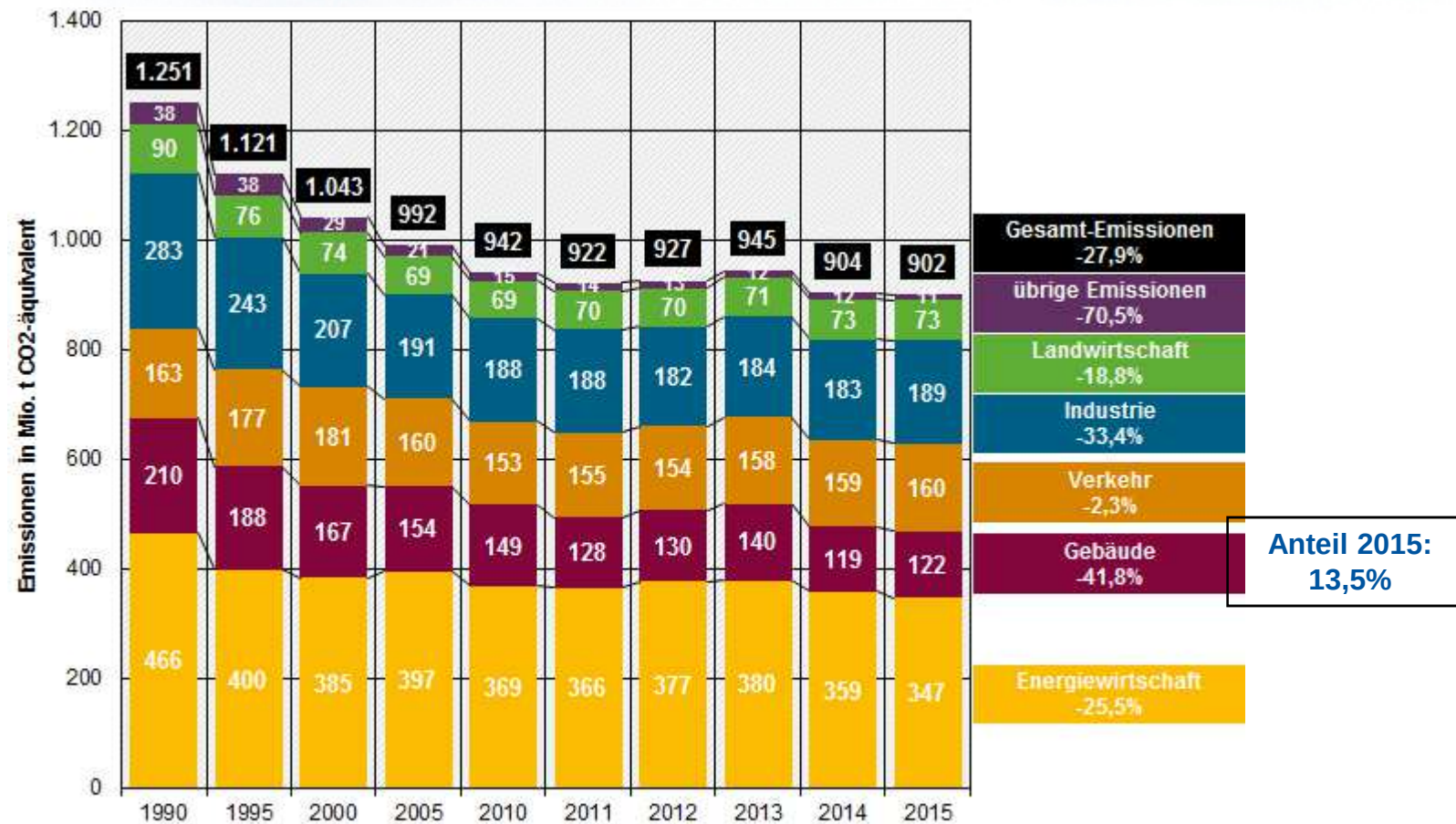
* vorläufige Angaben

Quelle: eigene Darstellung UBA, basierend auf
Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen,
Anwendungsbilanzen, Stand 10/2016

- Mechanische Energie wichtigster Anwendungszweck für Strom
- Strom aber vor allem bei IKT- und Beleuchtungsanwendungen ohne Alternative

Quelle: UBA 2017

Entwicklung der Treibhausgase in Deutschland seit 1990



Quelle: UBA 2017

Die Sektoralziele des Klimaschutzplans 2050

	1990	2015	2015	2030	2030
Handlungsfeld	(in Mio.t CO ₂ -Äquiv.)		Änderung ggü. 1990 in %	in Mio. t CO ₂ - Äquiv.	Änderung ggü. 1990 in %
Energiewirtschaft	466,4	347,3	-25,5	175-183	62-61
Gebäude	209,7	122,0	-41,8	70-72	67-66
Verkehr	163,3	159,6	-2,3	95-98	42-40
Industrie	283,3	188,6	-33,4	140-143	51-49
Landwirtschaft	90,2	73,2	-18,8	58-61	34-31
übrige Emissionen	38,0	11,2	-70,5	5	87
Summe THG	1250,9	901,9	-27,9	543-562	56-55

Quelle: KSP 2050

Zwischenfazit Bedeutung des Wärmesektors

- ▶ Der NT-Wärmesektor (Heizung, Warmwasser) sollte im Hinblick auf seinen Beitrag zu den Treibhausgasen in Deutschland nicht überschätzt werden.
- ▶ Zudem hat dieser Sektor seit 1990 den größten Minderungsbeitrag von allen Sektoren erbracht.
- ▶ Allerdings hängen die Früchte zur weiteren Minderung hier besonders niedrig.
- ▶ Hinzu kommt eine wachsende Bedeutung des Sektors im Hinblick auf eine Optimierung eines dekarbonisierten Strom-Wärme-Systems.

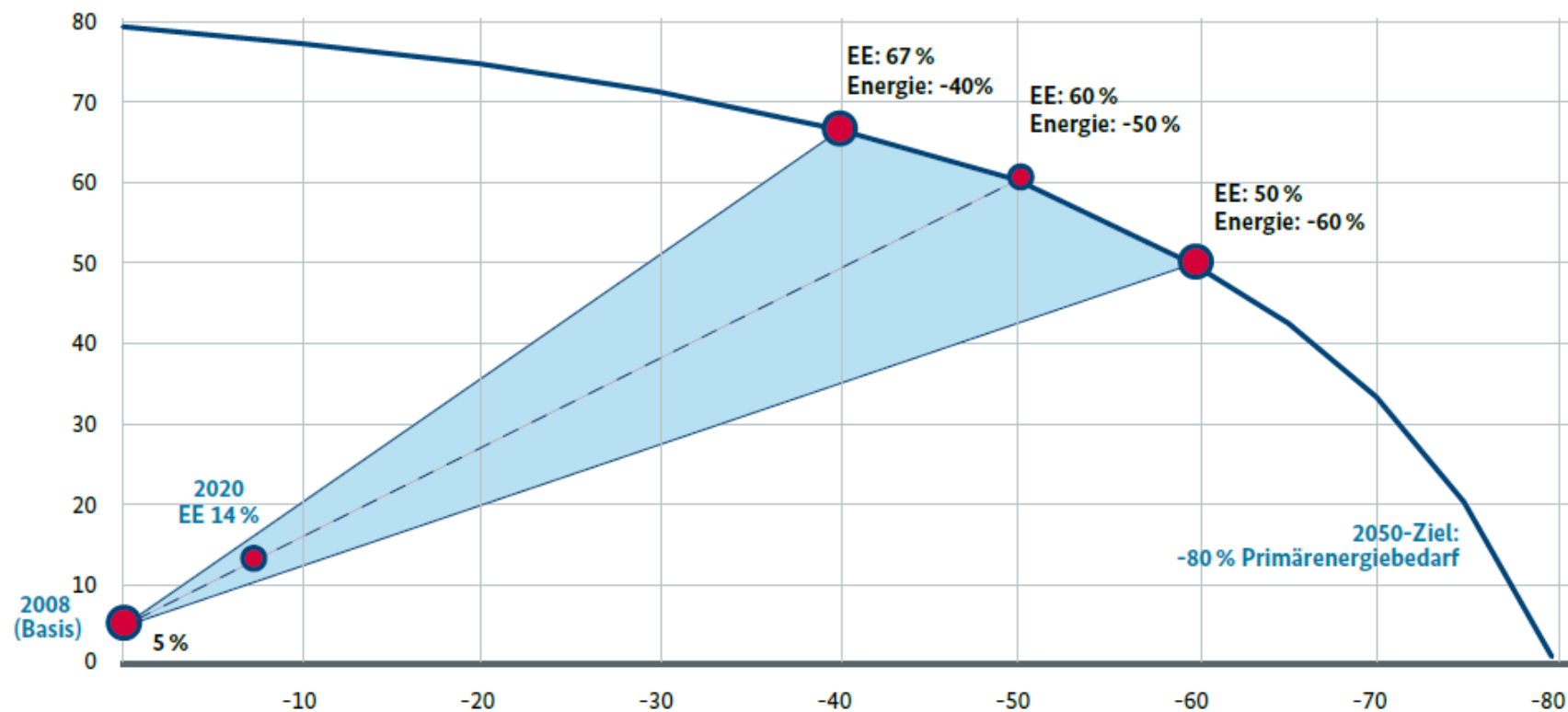


3. Grundpfeiler der Wärmewende

- a) Zur Abwägung zwischen Sanierung und Wärme aus Erneuerbaren Energien

Chancen und Herausforderungen: Neue Balance im Wärmesektor!

Abbildung 6: (möglicher) Zielkorridor aus Energieeinsparung und Erhöhung des EE-Anteils von 2008 bis 2050 in Prozent



Quelle: BMWi 2014

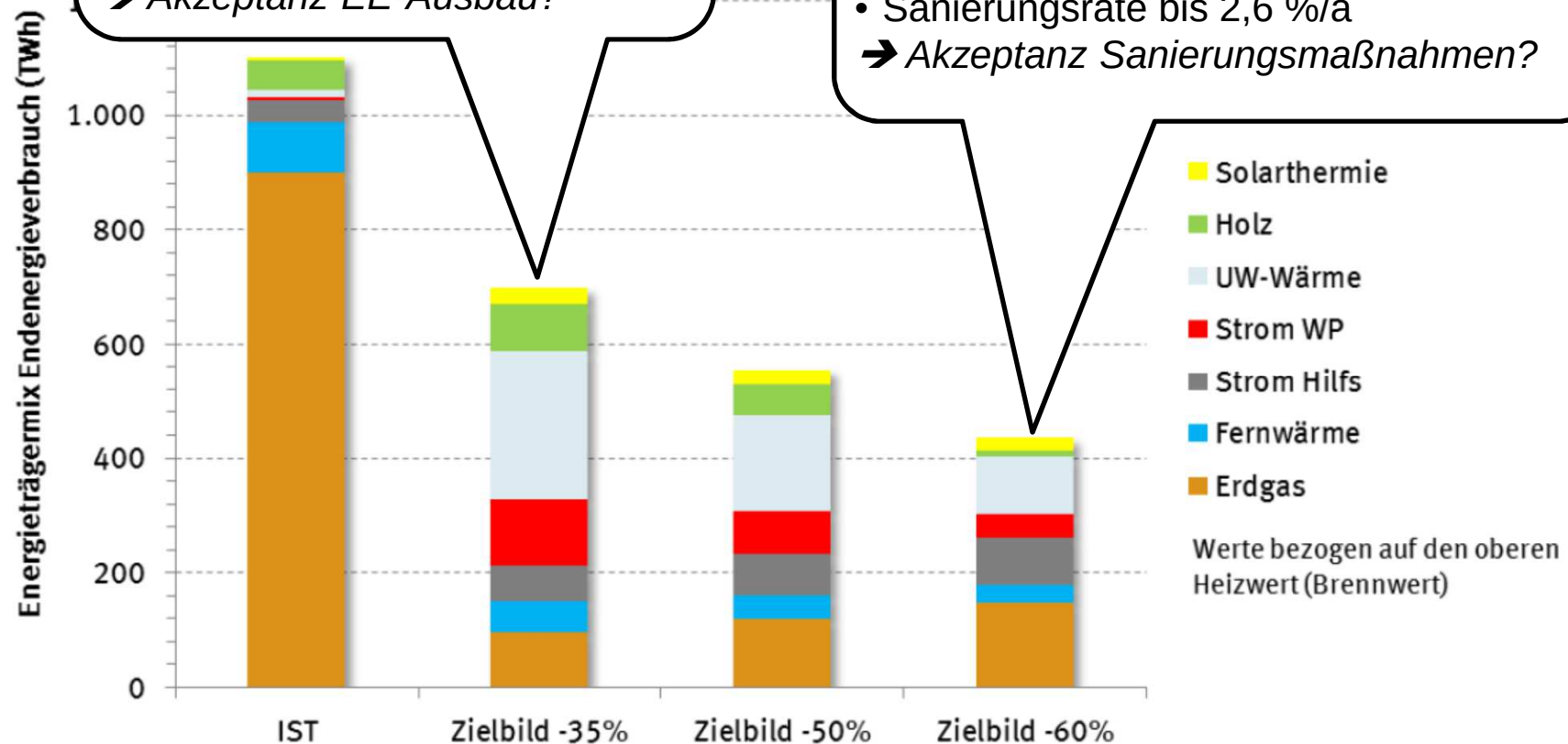
„Klimaneutraler Gebäudebestand 2050“: Endenergieverbrauch

Schwerpunkt: Erneuerbare

- Sanierung besser als EnEV'09
- Sanierungsrate bis 1,6 %/a
- Strom +55 TWh, Holz +70 TWh
- ➔ Akzeptanz EE-Ausbau?

Schwerpunkt: Energieeffizienz

- Vollsanierung (Passivhaus-Altbau)
- Sanierungsrate bis 2,6 %/a
- ➔ Akzeptanz Sanierungsmaßnahmen?

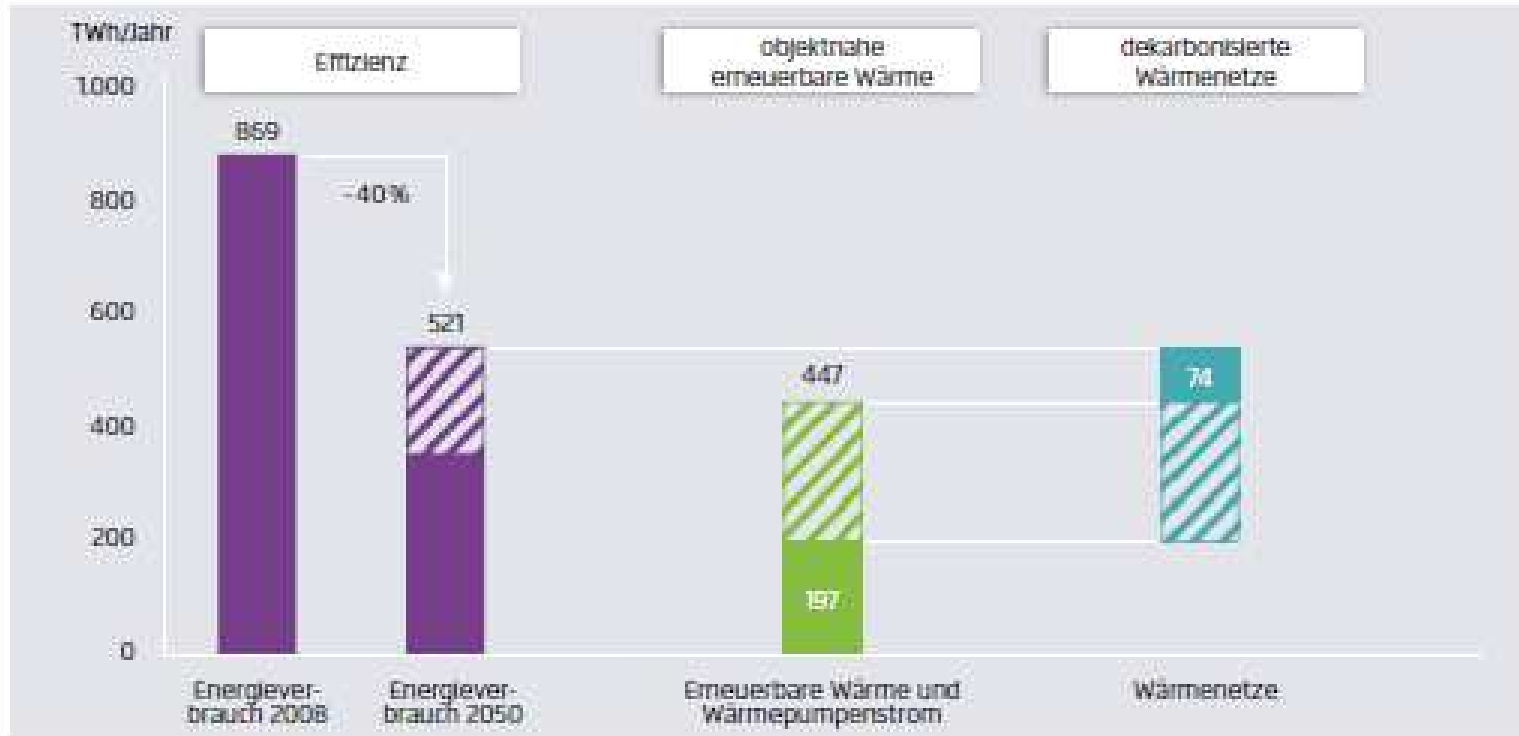


<http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/klimaneutraler-gebaeudebestand-2050>

Dekarbonisierung im Wärmebereich nach Agora

Dekarbonisierungs-Optionen am Beispiel einer 40-prozentigen Verringerung des Endenergieverbrauchs an Wärme bei Gebäuden in TWh pro Jahr

Abbildung 2



Schraffierte Flächen symbolisieren Bandbreiten der Effizienz- und Erneuerbaren-Potenziale. Ein Teil der objektiven Erneuerbare-Wärme-Quellen kann auch in Form von Nahwärmenetzen zusammengefasst werden.
Eigene Berechnung auf der Basis von Prognos, ifeu, IWU (2015); ifeu (2016) und eigenen Annahmen zum Wärmepumpenstrom

Quelle: Agora 2016

Zwischenfazit Abwägung

- ▶ Einen nahezu vollständig klimaneutralen Gebäudebestand zu erreichen bedeutet ein Abwägen zwischen dem Grad der Sanierung und der aktiven Zufuhr erneuerbarer Wärme.
- ▶ Ein realistisches Spektrum der GHG-Minderung durch Gebäudesanierung liegt zwischen 35% und 60%.
- ▶ Je weniger saniert wird, desto mehr Erneuerbarer Strom ist notwendig.
- ▶ Beide Optionen kämpfen aktuell mit Akzeptanzproblemen, insofern bietet dieser Aspekt keine zusätzliche Orientierung.

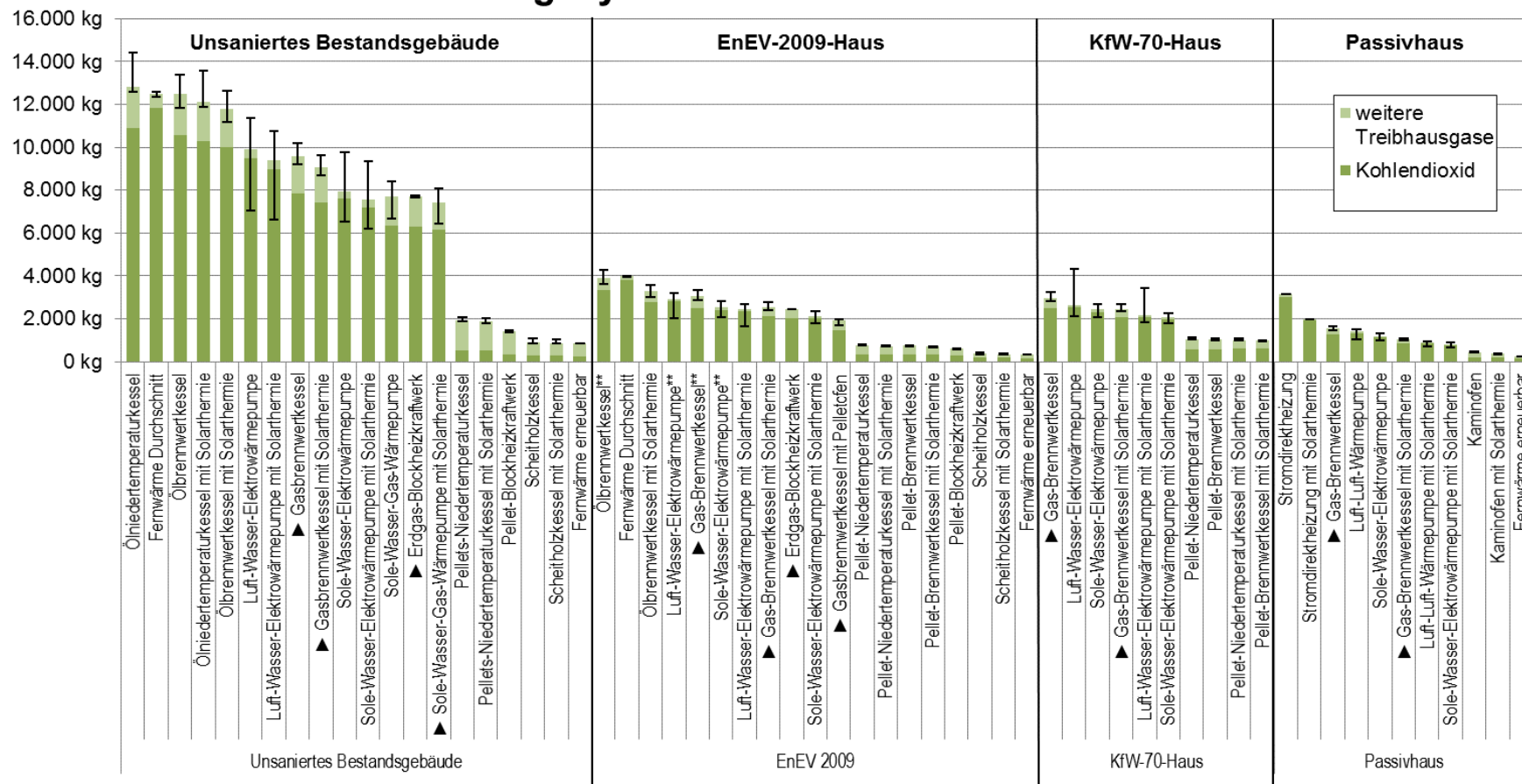


3. Grundpfeiler der Wärmewende

b) Größere Übereinstimmungen in der Wissenschaft

Orientierung: Zur Klimawirkung von Heizungssystemen

Kohlendioxid- und Treibhausgasemissionen pro Jahr von Heizungssystemen in einem Einfamilienhaus



** Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz für Neubau nicht erfüllt, daher nur für die Sanierung bestehender Gebäude relevant.

Hinweise: Sortierung nach absteigenden Treibhausgas-Emissionen. Unvollständige Auswahl an Systemen. Solarthermie zur Unterstützung der Warmwasserbereitung. Vergleiche bei jeweils gleichem Heizwärmebedarf. Lüftungsanlage mit WRG bei KfW-70 und Passivhaus. Sensitivitäten für Streuung berechneter Kennwerte in der Praxis nur als Anhaltswerte.

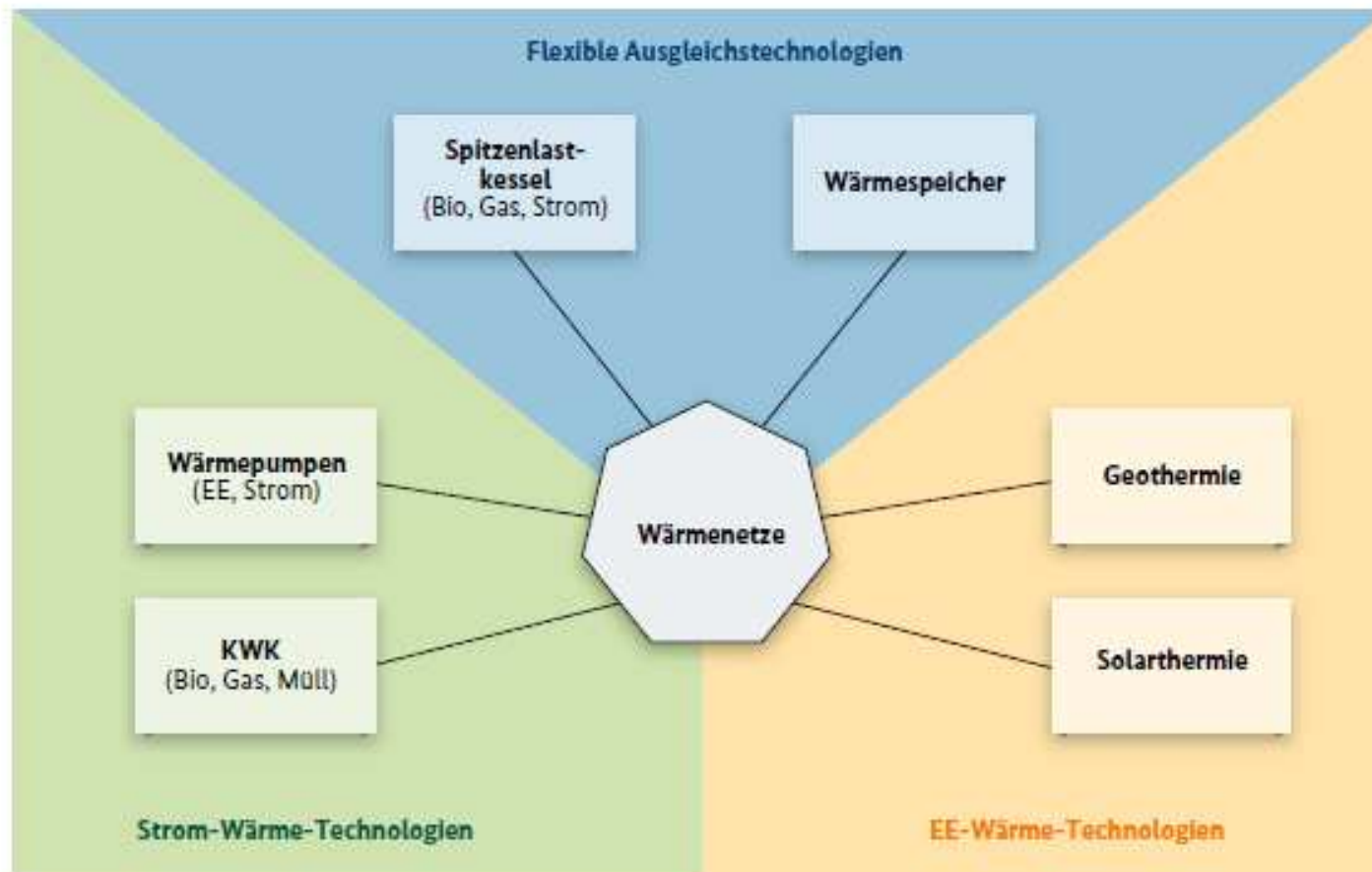
<https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/umweltwirkung-von-heizungssystemen-in-deutschland>

Technische Optionen im Wärmesektor

- **Auslaufmodelle** im Heizungsbereich sind
 - Kohleheizungen
 - Ölheizungen
 - Nachtspeicherheizungen
 - Gasheizungen als monovalente Heizsysteme
- **Schlüsseltechnologien** für die Wärmewende sind
 - KWK + Wärmenetze
 - elektrische Wärmepumpen
- **Ergänzenden** Charakter haben
 - Solarthermie
 - Tiefen-Geothermie
 - Holz / Biomasse

Wärmenetze: Strom-Wärme- und EE-Wärmetechnologien

Abbildung 4: Wärmenetzbasiertes System an der Schnittstelle zwischen Strom- und Wärmesektor (schematische Darstellung)



Quelle: Eigene Darstellung

Quelle: BMWI 2017

Ziele des KWK-Gesetzes

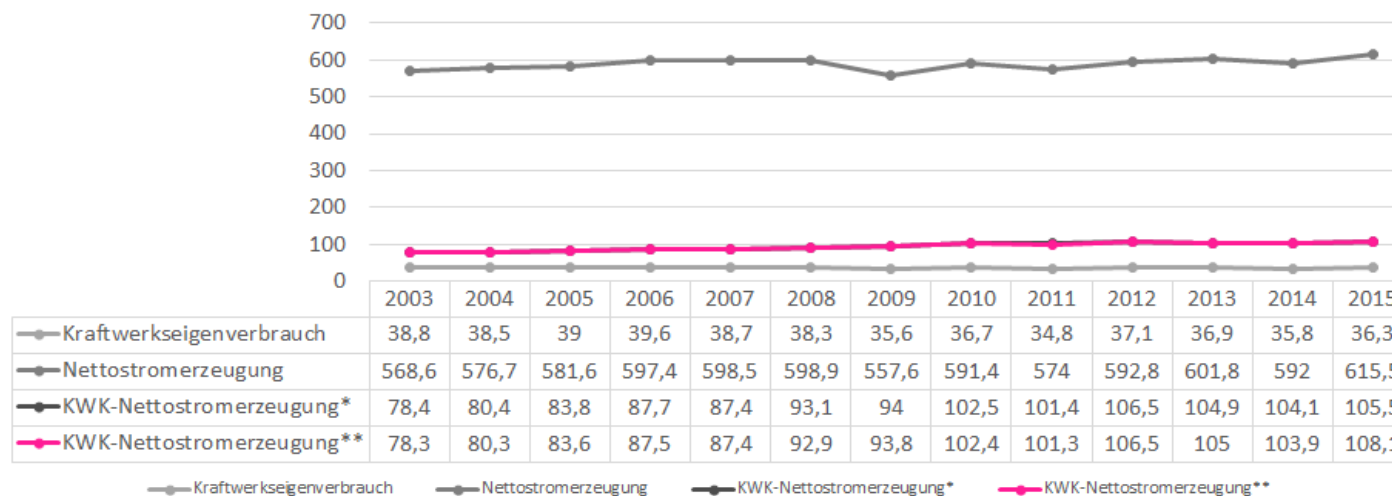
Gesetz für die Erhaltung, die Modernisierung und den Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung (Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz - KWKG)

Abschnitt 1 Allgemeine Bestimmungen

§ 1 Anwendungsbereich

(1) Dieses Gesetz dient der Erhöhung der Nettostromerzeugung aus Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen auf 110 Terawattstunden bis zum Jahr 2020 sowie auf 120 Terawattstunden bis zum Jahr 2025 im Interesse der Energieeinsparung sowie des Umwelt- und Klimaschutzes.

Nettostromerzeugung sowie KWK-Anteil an der Stromerzeugung



nach AGEb, StaBA, Öko-Institut und ZSW/EEFA

Die Kraft-Wärme-Kopplung in der Wärmewende

KWK

- als Erdgas- und Bioenergie-KWK
- flexibel
- dezentral
- vernetzt
- strom-/marktorientiert

ist systemisch gesehen eine gute Ergänzung der fluktuierenden erneuerbaren Energien, solange wir nicht auf die Zielgerade zum 100% EE-System einbiegen.

Einflussreiche Studien zur Wärmewende



FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR WINDENERGIE UND ENERGIESYSTEMTECHNIK IWES
FRAUNHOFER INSTITUT FÜR BAUPHYSIK IBP

INTERAKTION EE-STROM, WÄRME UND VERKEHR

Analyse der Interaktion zwischen den Sektoren Strom, Wärme/Kälte und Verkehr in Deutschland in Hinblick auf steigende Anteile fluktuierender Erneuerbarer Energien im Strombereich unter Berücksichtigung der europäischen Entwicklung

Ableitung von optimalen strukturellen Entwicklungspfaden für den Verkehrs- und Wärmesektor

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

IN ZUSAMMENARBEIT MIT



Stiftung Umweltenergierecht

CLIMATE CHANGE
33/2016

Systemischer Vergleich von Wärmeversorgungs- techniken in einem regenerativen Energiesystem

Endbericht

Für Mensch & Umwelt

Umwelt
Bundesamt

Wärmewende 2030

Schlüsseltechnologien zur Erreichung der
mittel- und langfristigen Klimaschutzziele im
Gebäudesektor

STUDIE

Agora
Energiewende



Fraunhofer
IBP

Fraunhofer
IWES

Zwischenfazit Übereinstimmungen

- ▶ Der KWK wird in der Wärmewende nach wie vor eine wichtige Rolle zugebilligt; insbesondere durch die Möglichkeit, die Wärmenetze als „Sammelnetze“ zu nutzen, ergeben sich realistische THG-Minderungsmöglichkeiten
- ▶ Als Schlüsseltechnologie gilt unisono die elektrische Wärmepumpe; sie wird häufig ergänzt durch eine KWK-Anlage oder einen Gas-Brennwertkessel als hybrides Heizsystem
- ▶ Den erneuerbaren Optionen der Solarthermie, der Biomasse und der (Tiefen-) Geothermie wird für den Wärmesektor insgesamt nur ein ergänzender Charakter zugesprochen.



3. Grundpfeiler der Wärmewende

c) Kritische Einschätzungen: Schlaglichter

KWK und Wärmenetze

- ▶ Je ehrgeiziger der Gebäudebestand saniert wird, desto unwirtschaftlicher wird die Investition in Wärmenetze. Zumindest wird es als Risiko angesehen, der Investition eine zu geringe Sanierungsrate zu unterstellen.
- ▶ Je sauberer der Strom wird, desto weniger THG-Minderung ist durch KWK zu erreichen.
- ▶ In einem vollständig dekarbonisierten Energiesystem müsste Erdgas vollständig durch synthetisches („grünes“) Gas ersetzt werden; diese Aussicht blockiert heute möglicherweise bereits KWK-Investitionen plus Nahwärmelösungen.

Übergangs- oder Schlüsseltechnologie KWK?

- **Langfristig (2050):** keine fossilen KWK-Anlagen bei 95 Prozent THG-Reduktionen; wenn KWK-Anlagen mit erneuerbaren Brennstoffen (Biomasse, EE-P2G) -> aber große Bedeutung moderner / hybrider KWK-Systeme (u.a. in Wärmenetzen)
- **Anteil EE-Brennstoffe unklar:** EE-Brennstoffe (national) begrenzt verfügbar, teuer wegen ineffizienter Umwandlung Strom in Gas & Nutzungskonkurrenzen mitdenken (v.a. Industrie und Verkehr setzen langfristig Brennstoffe ein)

Quelle: BMWi 2016

Elektrische Wärmepumpen

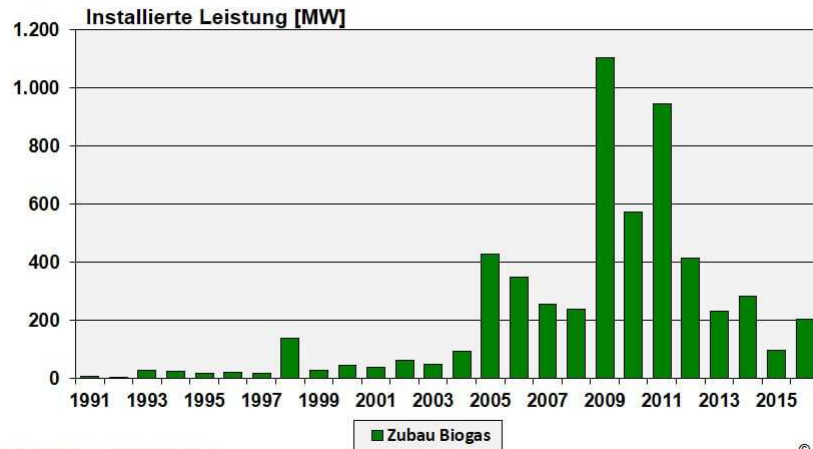
- ▶ Luft-Wärmepumpen, die heute am meisten verbreitet sind, sind relativ ineffizient
- ▶ Der Ausbaubedarf für die Stromnetze ist bei einer deutlich stärkeren Verbreitung von elektrischen Wärmepumpen noch nicht wirklich abschätzbar.
- ▶ Für die Dimensionierung des Kraftwerksparks ist die Jahreshöchstlast entscheidend. An den entscheidenden Tagen kann eine hohe Nachfrage nach WP-Strom mit einer Windflaute korrespondieren; zumindest wird es einer zusätzlichen Absicherung der Wärmepumpen durch fossile Kraftwerke bedürfen.

Es wird angegeben, dass aufgrund des bis 2030 erreichten Wärmepumpenausbaus der Bedarf an abgesicherter Leistung um 10 bis 21 GW ansteigen wird. Die Studie (Agora 2017) empfiehlt dafür „kostengünstige Gasturbinen“. Nimmt man die heutige Kraftwerkskapazität von ca. 204 GW²⁸ als Maßstab, müssten zusätzliche Kapazitäten von ca. 10 bis 20 % allein für die Absicherung von Wärmepumpen bereitgestellt werden, vom ebenfalls erforderlichen Netzausbau ganz zu schweigen.

Quelle: Purper / Auer 2017

Biogas / Biomethan

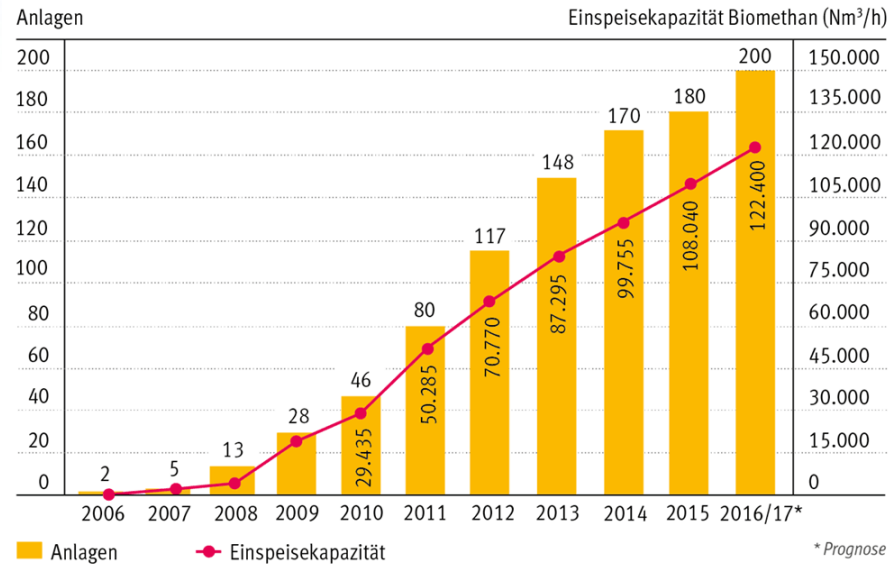
Jährlich installierte Biogasleistung in Deutschland



Quelle: IWR, Daten: IWR, AGEE-Stat

© IWR, 2017

Der Anbau von Biomasse eigens für die energetische Nutzung als Beitrag zur Deckung der hohen Energieverbräuche in den Industrieländern beansprucht unverhältnismäßig große Anteile produktiver Ackerflächen. Mit Wind- und Solarenergie stehen zumindest in Deutschland flächeneffizientere Alternativen zur Verfügung. Die Problematik ihrer Fluktuation kann aufgrund des sehr begrenzten Potenzials der Energie aus Anbaubiomasse nicht vollständig durch Bioenergie ausgeglichen werden. D. h., alternative Speicher- und Ausgleichstechnologien wie „Power to Gas“ müssen in jedem Fall entwickelt werden.



a (2016)

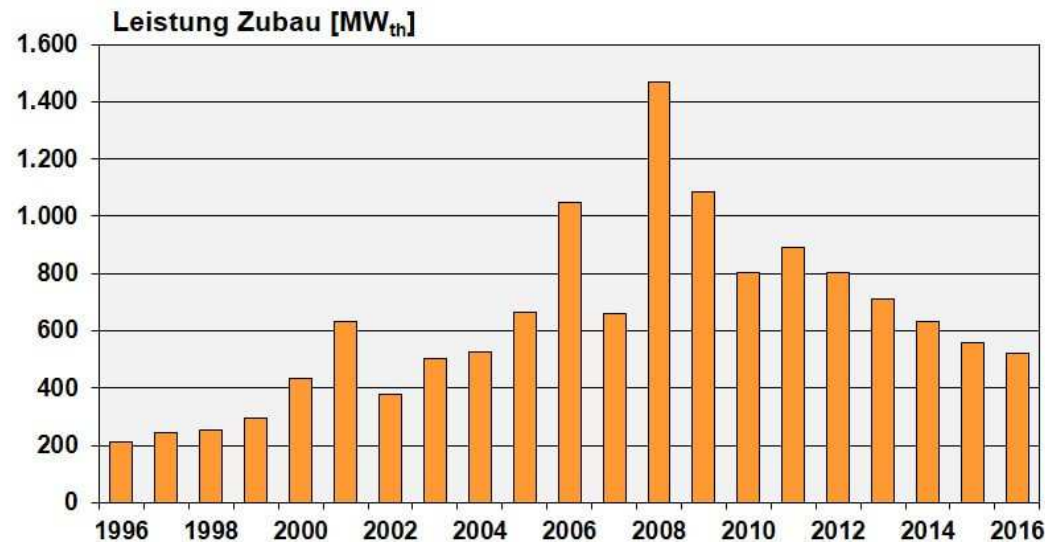
* Prognose

© FNR 2016

Quelle: UBA 2013

Solarthermie

Jährlich installierte Solarthermie-Leistung Deutschland



Quelle: IWR, Daten: BSW-Solar, ESTIF, IWR, eigene Berechnung

© IWR, 2017

Solarthermie wird aufgrund des zeitlichen Versatzes zwischen der Verfügbarkeit solarer Einstrahlung und des Bedarfes an Wärme im breiten Einsatz nicht als vorteilhaft angesehen. Es wird empfohlen verfügbare Flächen vorzugsweise für PV zu nutzen und mit dem erzeugten Strom ggf. Wärmepumpen zu betreiben oder bei Überschuss ins Netz einzuspeisen.

Quelle: Ecofys / IWES, April 2016

Rangfolge bei negativer Residuallast

1. Laden stationärer Batterien
2. Laden Kfz-Batterien
3. Laden von Pumpspeicherwerken
4. Wasserstoffherzeugung (Elektrolyse)
5. Methanisierung
6. Beladen thermischer Speicher mit Wärmepumpe
7. Stromexport
8. Beladen von Wärmespeichern mit Heizstab
9. Überschuss/Abregelung.

Quelle: AEE 2017

Rein technische Betrachtung mit theoretischer THG-Reduzierung; was bedeutet das aktuell auf der Mikro-Ebene unter Berücksichtigung von Kosten, Infrastruktur und Akteursinteressen?

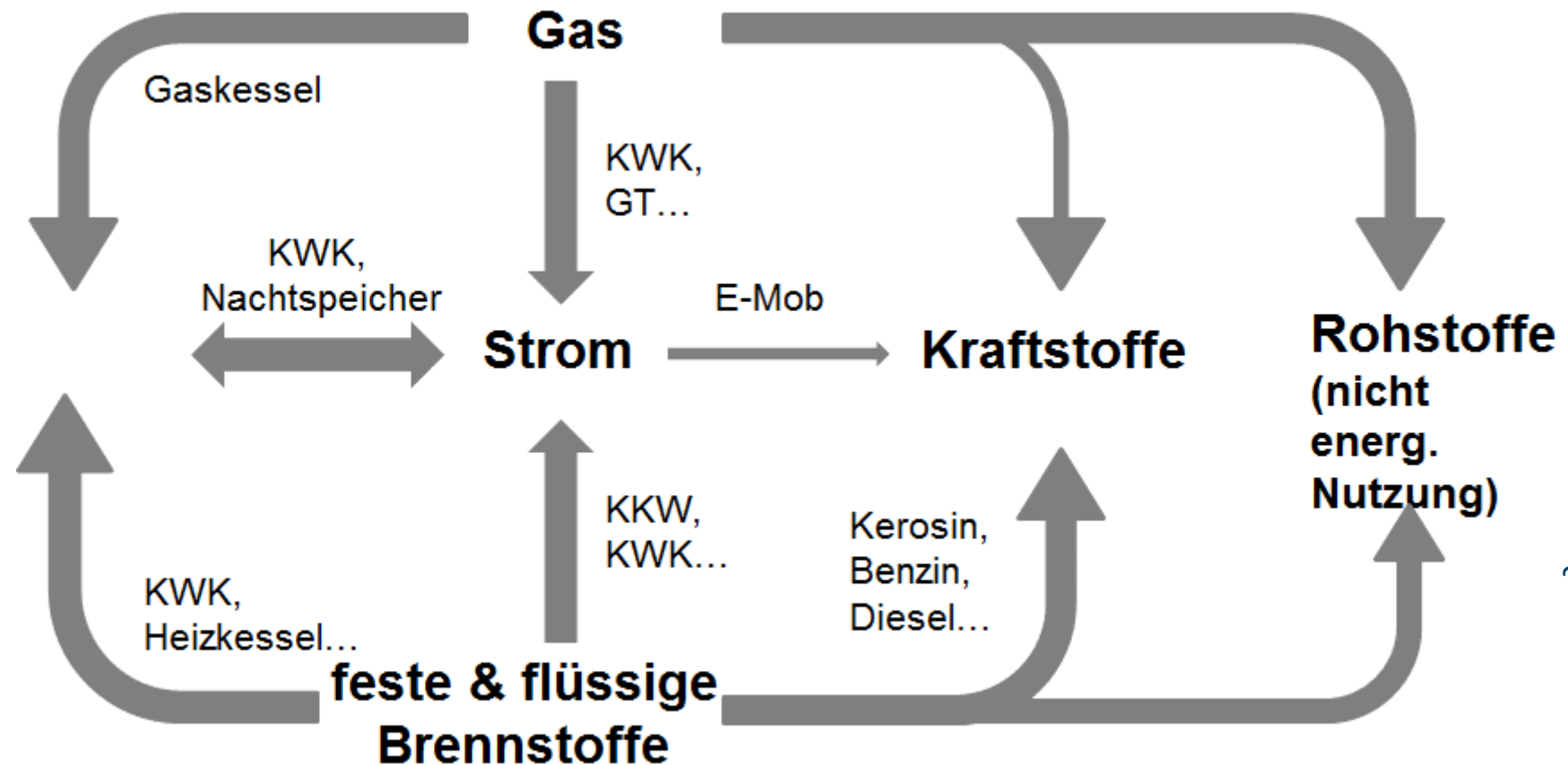
Zwischenfazit Kritische Einschätzungen

- ▶ Der künftige Umfang der KWK-Nutzung und damit der Verbreitung dezentraler Wärmenetze ist umstritten; diese Unsicherheit führt bereits heute zur Investitionszurückhaltung.
- ▶ Die massenhafte Verbreitung elektrischer Wärmepumpen scheint im Hinblick auf Netz- und Lastwirkungen sowie unter Wirtschaftlichkeitsaspekten problematisch zu sein.
- ▶ Die Nutzung von Biomasse aus nachwachsenden Rohstoffen dürfte in Deutschland keine Wachstumsstory mehr werden; ob der Bestand an KWK-Anlagen und Biomethan-Einspeisungen erhalten bleibt, ist unsicher.
- ▶ Solarthermie scheint aktuell das Rennen gegen die PV zu verlieren; inwieweit sie in Wärmenetzen eine wachsende Rolle spielen kann: s.o.



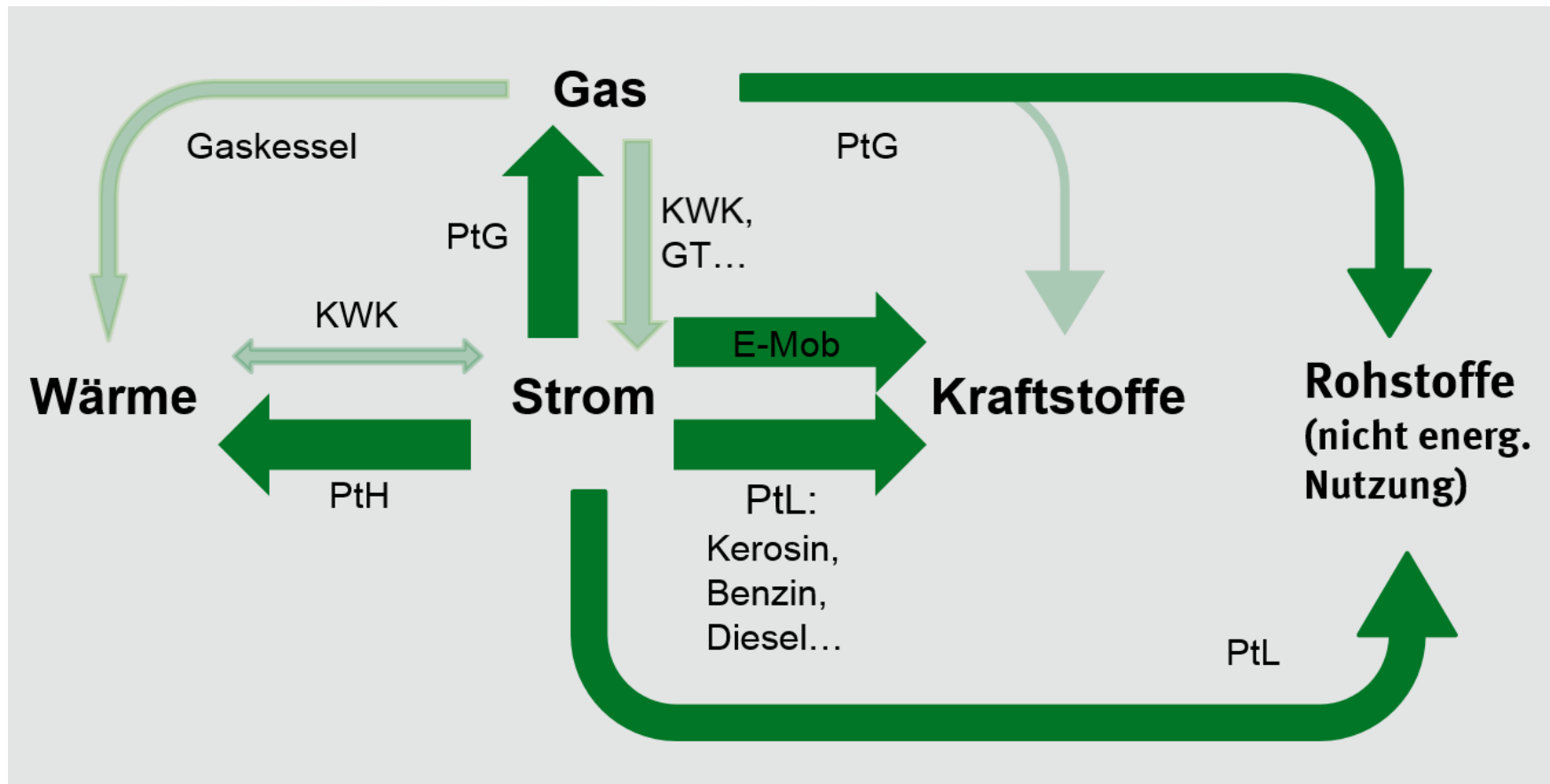
4. Wärmewende und die „neue“ Sektorkopplung

Klassische Sektorkopplung



Quelle: UBA 2016

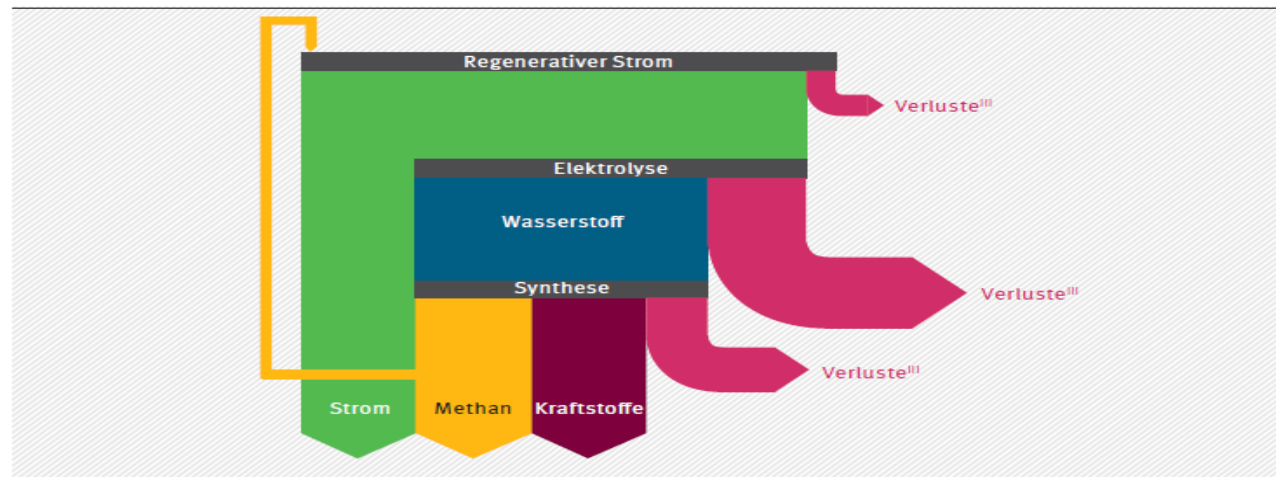
Neue Sektorkopplung



Quelle: UBA 2016

100% Erneuerbare: Treibhausgasneutrales D

Qualitative Darstellung des Energieflusses im UBA THGN D 2050 Szenario^{I,II}



I Inklusive des Bedarfs an regenerativen Einsatzstoffen für die chemische Industrie.

II Die Darstellungen der Energieströme sind proportional zu den notwendigen Energieströmen.

III einschließlich Leitungsverluste, der Verluste aus der Methan-Rückverstromung und der Verluste der Biomassenutzung und Strombereitstellung)

Quelle: Umweltbundesamt, 2013



**Basis: rund 3.000 TWh
Nettostromerzeugung**

Tabelle B-14: Gesamter Endenergieverbrauch im UBA THGND 2050 – Szenario

	Strom in TWh	regeneratives Methan in TWh	flüssige regenerative Kraftstoffe in TWh
private Haushalte	104,7	44,5	0
GHD	90,3	62,4	18,6
Industrie ^{LXXXIX, XC}	179,7	198,8	0
Verkehr	91,1	0	533,3
Summe energetisch	465,8	305,7	551,9
		1323,4	
Industrie stofflich		282	
Summe energetisch und stofflich		1605,4	

Integration von Power to X aus heutiger Sicht



Nutzung regenerativer
Strom

Substitution fossiler
Bereitstellung

regenerative Bereitstellung			fossile Einsparung			Substitutions- verhältnis	Kosten
Input	Technik	bereitgestellte End-/Nutzenergie	Technik	Input (rund)			
1 kWh reg. Strom	PtH Wärmepumpe	3,3 kWh Wärme	3,3 kWh Wärme	Brennwertkessel (105%)	3,14 kWh Erdgas	3,14	mittel
1 kWh reg. Strom	PtH direktelektrisch	0,95 kWh Wärme	0,95 kWh Wärme	Brennwertkessel (105%)	0,91 kWh Erdgas	0,91	niedrig
1 kWh reg. Strom	PtG – H2 stofflich	0,74 kWh Wasserstoff	0,74 kWh Wasserstoff	Dampfreforming (85,2%)	0,87 kWh Erdgas	0,87	hoch
1 kWh reg. Strom	PtG – CH4	0,58 kWh Methan	0,58 kWh Methan		0,58 kWh Erdgas	0,58	Sehr hoch
1 kWh reg. Strom	PtL	0,5 kWh fl. Kraftstoff	0,5 kWh fl. Kraftstoff		0,5 kWh fl. Kraftstoff	0,5	Sehr hoch

Die Ausbauziele im Erneuerbare Energien Gesetz (EEG)

§ 4 Ausbaupfad

Die Ziele nach § 1 Absatz 2 Satz 1 sollen erreicht werden durch

1. einen jährlichen Brutto-Zubau von Windenergieanlagen an Land mit einer installierten Leistung von
 - a) 2 800 Megawatt in den Jahren 2017 bis 2019 und
 - b) 2 900 Megawatt ab dem Jahr 2020,
2. eine Steigerung der installierten Leistung von Windenergieanlagen auf See auf
 - a) 6 500 Megawatt im Jahr 2020 und
 - b) 15 000 Megawatt im Jahr 2030,
3. einen jährlichen Brutto-Zubau von Solaranlagen mit einer installierten Leistung von 2 500 Megawatt und
4. einen jährlichen Brutto-Zubau von Biomasseanlagen mit einer installierten Leistung von
 - a) 150 Megawatt in den Jahren 2017 bis 2019 und
 - b) 200 Megawatt in den Jahren 2020 bis 2022.

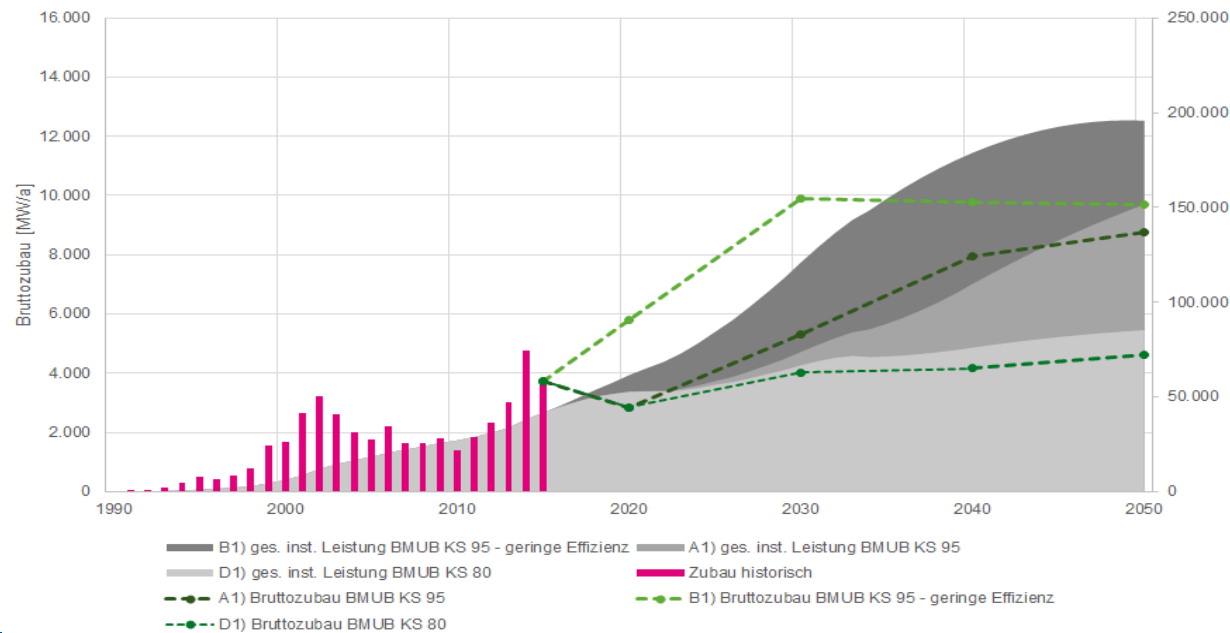
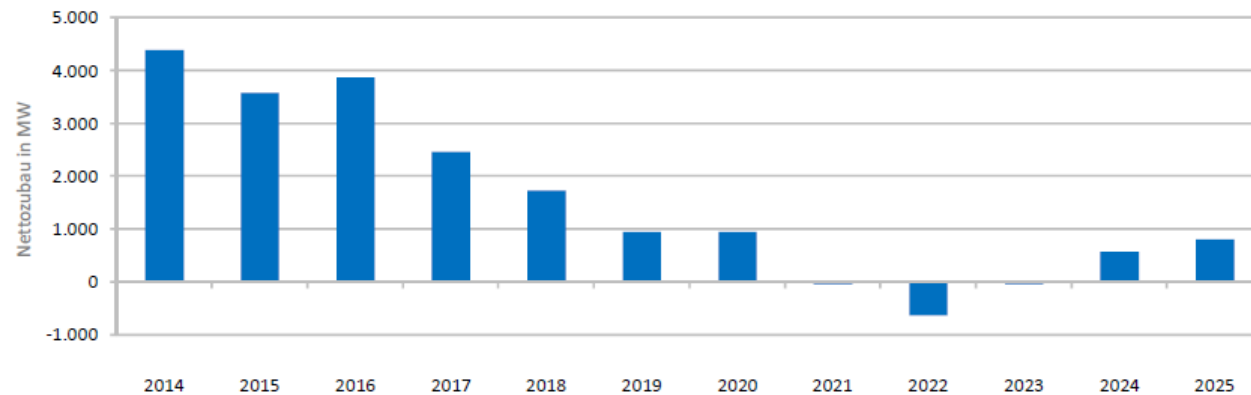
(5) Wenn die Summe der installierten Leistung der Solaranlagen, die in dem Register mit der Angabe eingetragen sind, dass für den Strom aus diesen Anlagen eine Zahlung nach § 19 in Anspruch genommen werden soll, und von Solaranlagen, die nach der Schätzung nach § 31 Absatz 6 des Erneuerbare-Energien-Gesetzes in der am 31. Dezember 2016 geltenden Fassung als gefördert anzusehen sind, 52 000 Megawatt überschreitet, verringern sich die anzulegenden Werte nach § 48 zum ersten Kalendertag des zweiten auf die Überschreitung folgenden Kalendermonats auf null.

Ausbauziele für PV und Windenergie an Land und tatsächlicher Ausbau in den letzten Jahren

	2013	2014	2015	2016	2017
EEG Ausbaupfad Windenergie an Land	-	2,4-2,6 GW Netto	2,4-2,6 GW Netto	2,4-2,6 GW Netto	2,8 GW Brutto
EEG Ausbaupfad PV	2,5-3,5 GW Netto	2,4-2,6 GW Brutto	2,4-2,6 GW Brutto	2,4-2,6 GW Brutto	2,5 GW Brutto
Zubau Wind	3,025 GW	4,757 GW	3,731 GW	4,259 (Netto)	?
Zubau PV	3,304 GW	1,899 GW	1,480 GW	1,450 GW	?

Die Ausbauziele des EEG sind zu niedrig (hier: Wind)

Abbildung 15: Entwicklung des Nettozubaus im Bereich Windenergie an Land bei einer unterstellten Lebensdauer von 20 Jahren



Quelle: Expertenkommission
2016

Zwischenfazit Sektorkopplung

- ▶ Ohne Zweifel stellt die verstärkte Kopplung des Strom- mit dem Wärmesektor eine zukunftssträchtige Möglichkeit dar, über die wärmetechnische Sanierung hinaus zu signifikanten CO₂-Reduktionen im Wärmesektor zu gelangen.
- ▶ Die Erwartungen an nutzbaren regenerativen Überschussstrom sollten aktuell realistisch bleiben. Zumindest setzt dies einen weiteren massiven Zubau erneuerbarer Energien voraus.
- ▶ In der Langfristsperspektive wird bei vollständiger Dekarbonisierung Power to X (Wärme; Wasserstoff, Methan) wohl eine wichtige Rolle spielen.

Ausblick

- Aktuell ist für eine tatsächliche Wärmewende neben deutlich größeren Sanierungsanstrengungen im Gebäudebestand die stärkere Verbreitung elektrischer Wärmepumpen sowie ein Ausbau dezentraler Wärmenetze in Verbindung mit KWK-Anlagen insbesondere in Ballungsräumen notwendig.
- Unzureichende Sanierung kann im Hinblick auf die Klimaschutzziele aus heutiger Sicht nur durch eine umfassendere Nutzung erneuerbarer Energien – insbesondere durch direkte und indirekte Nutzung erneuerbaren Stroms – aufgefangen werden.
- Gleichwohl können dezentrale KWK-/Wärmenetzsysteme auf Erdgasbasis heute die infrastrukturellen Weichen für ein nachhaltiges Wärmesystem stellen.
- Langfristig erscheint aus heutiger Sicht der Wärmesektor nur durch Power to X-Optionen vollständig dekarbonisierbar; dafür sind vermutlich in größerem Umfang Importe notwendig.



**Herzlichen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit !**